

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta stavební

Katedra dopravních staveb

Využití adhezivních přísad do asfaltových směsí pro zlepšení přilnavosti asfaltových pojiv ke  
kamenivu

The usage of the adhesive additives in bitumen binders to improvement adhesiveness to  
aggregate

Student:

Petr Pospíšil

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Ivan Fencel Ph.D.

Ostrava 2017

## Zadání bakalářské práce

Student: **Petr Pospíšil**

Studijní program: B3607 Stavební inženýrství

Studijní obor: 3647R020 Dopravní stavby

Téma: Využití adhezivních přísad do asfaltových směsí pro zlepšení přilnavosti  
asfaltových pojiv ke kamenivu  
The usage of the adhesive additives in bitumen binders to improvement  
adhesiveness to aggregate

Jazyk vypracování: čeština

### Zásady pro vypracování:

Přilnavost asfaltových pojiv ke kamenivu je jedním z předpokladů pro návrh nové asfaltové směsi. Pro zlepšení vzájemného působení kameniva a pojiva se v praxi využívají adhezivní přísady. Cílem práce bude porovnání různých druhů adhezivních přísad a volba nejvhodnější přísady pro konkrétní návrh asfaltové směsi.

### Seznam doporučené odborné literatury:

ČSN EN 13043 Kamenivo pro asfaltové směsi a povrchové vrstvy pozemních komunikací, letištních a jiných dopravních ploch. Praha: Český normalizační institut, duben 2004.

ČSN EN 13108-1 Asfaltové směsi - Specifikace pro materiály - Část 1: Asfaltový beton. Praha: Český normalizační institut, březen 2008.

ČSN 73 6161 Stanovení přilnavosti asfaltových pojiv ke kamenivu. Praha: Český normalizační institut, červen 2000.

ČSN 73 6121 Stavba vozovek - Hutnění asfaltové vrstvy - Provádění a kontrola shody. Praha: Český normalizační institut, duben 2008.

ČSN 73 6160 Zkoušení asfaltových směsí. Praha: Český normalizační institut, duben 2008.

ČSN 73 6161 Stanovení přilnavosti asfaltových pojiv ke kamenivu. Praha: Český normalizační institut, červen 2000.

Kaun, M., Luxemburk, F. Pozemní komunikace 30. Praha: ČVUT, 2002.

TP 170 Navrhování vozovek pozemních komunikací. Praha: Ministerstvo dopravy ČR, listopad 2004.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Ivan Fencel, Ph.D.**

Datum zadání: 31.10.2016

Datum odevzdání: 02.05.2017



Ing. Ivan Fencel, Ph.D.  
vedoucí katedry



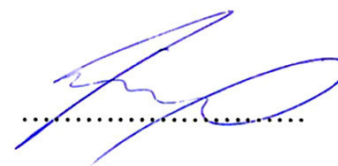
prof. Ing. Radim Čajka, CSc.  
děkan fakulty



### **Prohlášení studenta**

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě ..... 28.4.2017



podpis studenta

Prohlašuji:

- Byl jsem seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- Beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečné ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- Bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- Bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat, přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- Beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě .....

28.4.2017

**Anotace:**

Adhezivní přísady jsou používány jako vstupní materiál u zkoušek typu asfaltových směsí v případech, kdy je prokázána nedostatečná přilnavost asfaltu ke kamenivu. Přilnavost pojiva ke kamenivu se posuzuje v rámci zkoušek vstupních materiálů před návrhem nových asfaltových směsí. Požadavky na přilnavost ohrusných, ložních a podkladních vrstev jsou uvedeny v ČSN EN 13108-1 tab.NA-E.5.1 až 3. Pokud kamenivo nesplňuje požadavky této normy, je nutné přistoupit k použití adhezivních přísad a ověřit jejich působení stanovením přilnavosti dle ČSN 73 6161.

Dle dvou na sobě nezávislých požadavků obaloven Obalovna Týniště nad Orlicí s.r.o. a Liberecká obalovna s.r.o. je předmětem této bakalářské práce prověření případného použití nové adhezivní přísady AD-2 a její porovnání s používanými přísadami Addibit a Wetfix BE na kamenivech z lomu Skuteč – Litická a z lomu Bystřec.

Zájem o porovnávací zkoušky má zároveň firma Environ s.r.o., která novu přísadu AD-2 uvádí na trh.

Bakalářskou práci jsem zpracovával ve spolupráci s laboratoří TPA ČR s.r.o., pracoviště Ostrava, která byla oslovena uvedenými obalovnami ke zpracování porovnávací zkoušky v rámci zpracování zkoušek typu.

**Annotation:**

Adhesive additives are used as incoming material in bitumen mixture initial type testing in that cases when insufficient adhesiveness of bitumen to aggregate is proved. Binder adhesiveness to aggregate is considered in case of incoming material testing before new bitumen mixture design. Adhesion requirements of abrasive, bed and foundational tiers are mentioned in ČSN EN 13108-1 tab. NA-E.5.1 to 3. If aggregate doesn't meet the requirements of this standart it is necessary to use the adhesive additives and check their working by adhesiveness assignment according to ČSN 73 6161.

According to two independent requirements of bitumen mixing plants Obalovna Týniště nad Orlicí s.r.o. a Liberecká obalovna s.r.o. the subject of this bachelor thesis is check the usage of new adhesive additive AD-2 and its compare with now used additives Addibit and Wetfix BE on aggregate from Skuteč – Litická and Bystřec.

The Environ company which is the manufacturer of the AD-2 additive is also interest in these comparition testing because of putting AD-2 on the market.

I processed this bachelor thesis in cooperation with the TPA ČR s.r.o., Ostrava workplace laboratory, which has been asked by mentioned bitumen mixing plants to process the compare testing in case of processing the initial type testing.

**Použité zkratky:**

ČSN – česká technická norma

KK – Zkouška bodu měknutí asfaltu metodou kroužek kulička

APP – ataktický polypropylen

SBS – termoplastický kaučuk neboli (styren – butadien – styren)

AHV – asfaltové hutněné vrstvy

TDZ – třída dopravního zatížení



## Obsah bakalářské práce

1. Úvod.....	8
2. Popis využitých hornin a jejich vlastností .....	10
2.1 Skuteč - Litická .....	10
2.2 Bystřec.....	11
3. Popis zkoumaných adhezivních přísad .....	12
3.1 TEGO Addibit L 300 N.....	13
3.2 Wetfix BE.....	13
3.3 AD-2.....	13
4. Popis asfaltových pojiv .....	14
4.1 Asfaltové pojiva obecně .....	14
4.2 Složení asfaltů .....	14
4.3 Rozdělení asfaltů .....	15
4.4 Druhy úprav ropných asfaltů.....	15
4.5 Označení a využití silničních asfaltových směsí.....	17
5. Průběh zkoušky dle ČSN 73 6161 .....	19
5.1 Příprava .....	19
5.2 Obalování jednotlivých vzorků kameniva v asfaltu .....	22
5.3 Vyhodnocení přilnavosti .....	25
6. Vyhodnocení výsledků.....	37
6.1 Porovnání výsledků jednotlivých vzorků .....	38
6.2 Vyhodnocení výsledků nové adhezivní přísady AD-2.....	41
7. Závěr .....	42

## 1. Úvod

Asfalt řadíme mezi živice. Pod tímto pojmem rozumíme směsi asfaltových nebo pyrogenetických uhlovodíků a jejich nekovových derivátů. Při běžné teplotě jsou živice polotekuté nebo tuhé směsi rozpustné v sirouhlíku, jsou tvárné a vlivem mechanického namáhání se trvale deformují. Výrazná je závislost živic na době zatížení a na teplotě – při vyšších teplotách se stávají tekutými a při nízkých teplotách křehkými.

Ve stavebnictví se asfalty používají především k výstavbě vozovek pozemních komunikací nebo jako základ materiálů a výrobků izolujících proti vodě a vlhkosti.

Asfalt je ve vodě téměř nerozpustný, nebobtná, pouze na povrchu přijímá stopové množství vody. Chová se podobně jako kaučuky a plasty a proto může sloužit jako izolační materiál proti vodě. Jeho hustota bývá v rozmezí od  $980 \text{ kg/m}^3$  do  $1100 \text{ kg/m}^3$ . Asfalt je mrazuvzdorný, avšak při nižších teplotách křehký. Asfalty jsou navíc odolné proti polárním rozpouštědlům – anorganickým solím, louhům, nízkým koncentracím kyselin a posypovým materiálům.

Úkolem asfaltu jako důležitého pojiva v silničním stavitelství je trvale spojit kamenivo rozdílné skladby a zrnitosti. Samotné asfaltové pojivo nemá vyhovující přilnavost a už po krátké době se objevují silně obnažená zrna. To má za následek postupné oddělování zrn z hotové asfaltové vrstvy a tvoření výtluků na pozemní komunikaci. Důležitými a v praxi osvědčenými pomocnými přísadami jsou zlepšovače adheze nebo adhezivní činidla. Jsou to látky převážně na bázi polyamidů mastných kyselin, které mají za úkol spolehlivě zvýšit přilnavost (adhezi) asfaltu ke kamenivu a tím zvýšit životnost asfaltové směsi a její odolnost proti mechanickému namáhání. Množství přidávané do asfaltové směsi je nepatrné, pohybuje se okolo 0,3% z hmotnosti asfaltu, ale už toto množství výrazně zlepšuje adhezivní vlastnosti asfaltového pojiva.

Současný problém u netuhých asfaltových vozovek se především týká jejich životnosti, kterou přímo a z velké části ovlivňuje přilnavost asfaltu ke kamenivu. V této souvislosti jsem zkoumal vlastnosti adhezivních přísad, které se v praxi vyskytují delší dobu a mají tedy upevněné postavení na trhu v této oblasti a také přísadu novou, která si své místo na trhu teprve začíná budovat. Předmětem zkoumání bylo kromě porovnání jednotlivých přísad, také jejich porovnání se směsí bez přidání těchto aditiv tzn. pouze asfaltu a kameniva a také se

směsí modifikovaného asfaltu, který se sám o sobě vyznačuje zvýšenou přílnavostí a není zde zapotřebí použití zlepšovačů adheze.

## 2. Popis využitých hornin a jejich vlastností

V rámci zpracování zkoušek typu pro novou obalovnu ve Východočeském kraji - Obalovna Týniště nad Orlicí s.r.o. bylo laboratoři TPA Ostrava (ve spolupráci s VŠB v rámci diplomové práce) zadáno prověření případného použití nové adhezivní přísady AD-2 firmy Environ, která uvádí tuto přísadu na trh. Úkolem bylo prověřit její použití pro kamenivo z lokality Skuteč - Litická a porovnat s dříve používanou přísadou na této obalovně - Addibit a další přísadou na trhu Wetfix BE.

V souvislosti s tímto úkolem bylo zároveň provedeno testování nové přísady AD-2 také pro Libereckou obalovnu s.r.o. - obalovnu v Červeném Kostelci. Obalovna v roce 2017 přechází na novou lokalitu kameniva z lomu Bystřec (výměna dřívějšího kameniva Pohled). Toto kamenivo bylo z dřívějších laboratorních zkoušek známo jako kamenivo s nevyhovující přilnavostí. Pro porovnávací testy různých přísad bylo tedy vhodné. Pro zpracování nových zkoušek typu se také uvažovalo o výběru nejvhodnější adhezivní přísady.

### 2.1 Skuteč - Litická

Ložisko stavebního kamene Skuteč – Litická se nachází 35 km jihovýchodně od Pardubic a je tvořeno zejména amfibolicko-biotitickým granodioritem.

**Granodiorit** – řadí se mezi hlubinné kyselé vyvřeliny s obsahem  $\text{SiO}_2 > 65\%$ .

**Textura:** všesměrně nepravidelná

**Struktura:** celokrystalická, granitická, porfyrovitá

**Hlavní makroskopické minerální součásti:** křemen, draselný živec, plagioklas

**Vedlejší makroskopické minerální součásti:** amfibol, biotit, někdy muskovit

V granodioritech převládají plagioklasy nad živci draselnými. Odličnost těchto hornin je kvádrovitá nebo tlustě lavicovitá. Objemová hmotnost se pohybuje mezi 2600 – 2800 kg/m<sup>3</sup>, tvrdost podle Mohse je 6 – 7, nasákavost je v rozmezí 0,5 – 2,0% a pevnost této horniny v tlaku je 120 – 240 MPa.

**Amfibol** – patří mezi tmavé minerály, tvoří sloupcovité a jehlicovité krystaly. Jsou dokonale štěpné, a to paralelně s podélnou osou sloupků. Plochy štěpnosti svírají přibližně úhel 60° a 120°.

**Biotit (tmavá slída)** – tvrdost 2,5 – 3, hustota 3 – 3,1 g/cm<sup>3</sup>. Hnědočerný až černý šupinkatý minerál nepravidelného tvaru s výbornou štěpností. [1]

## 2.2 Bystřec

Kamenolom Bystřec se nachází 70 km východně od Pardubic a hornina, která se zde těží je převážně rula regionálně metamorfovaná z jílové břidlice – mluvíme tedy o pararule.

**Pararula** – řadí se mezi metamorfované horniny vzniklé regionální přeměnou sedimentárních hornin

**Textura:** břidličnatá

**Struktura:** lepidoblastická

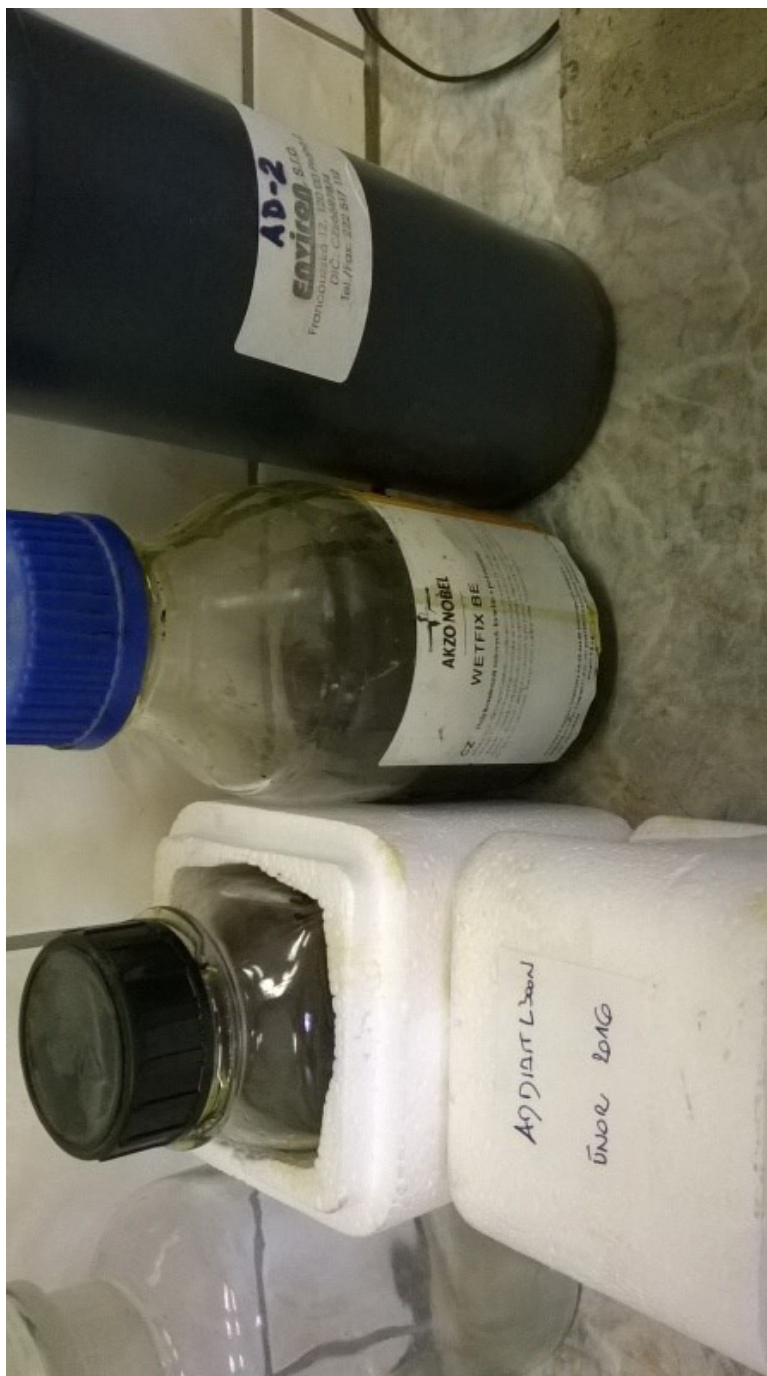
**Hlavní** makroskopické minerální součásti: křemen, živec, slída, někdy silimanit

**Vedlejší** makroskopické minerální součásti: grafit, cordierit, granát

Objemová hmotnost se pohybuje mezi 2650 – 2750 kg/m<sup>3</sup>, tvrdost podle Mohse je 6 – 7, nasákavost je v rozmezí 0,1 – 1,2% a pevnost této horniny v tlaku je 120 – 250 MPa. [1]

### 3. Popis zkoumaných adhezivních přísad

Předmětem zkoumání bylo působení tří adhezivních přísad od různých výrobců na vlastnosti asfaltové směsi a porovnání jejich vlivu oproti směsi bez přísad a směsi s modifikovaným asfaltem. První přísadou je TEGO Addibit L 300 N, další v pořadí je Wetfix BE. Obě tyto látky mají na trhu stabilní zastoupení a sloužily tedy převážně k porovnání výsledků s třetí použitou látkou. Tou je adhezivní aditivum AD-2 (viz obrázek č. 1).



Obrázek 1: Použité adhezivní přísady Addibit, Wetfix a AD-2

### 3.1 TEGO Addibit L 300 N

Výrobce: Evonik Nutrition & Care GmbH

Chemický název: založeno na polyaminech mastných kyselin

Skupenství: kapalné

Barva: jantarová

Zápach: na způsob aminu

pH: 9 (20°C)

Bod tání: -10,5 °C

Bod varu: > 160 °C [6][8]

### 3.2 Wetfix BE

Výrobce: Akzo Nobel Surface Chemistry AB (v ČR zastupuje PORTA s.r.o.)

Název látky: Polykondenzát talových kyselin s polyamidy

Skupenství: kapalné

Barva: hnědá

Zápach: -

pH, zředěný roztok: 11

Bod tání: < -20 °C

Bod varu: > 200 °C [9]

### 3.3 AD-2

Výrobce: Environ s.r.o.

Chemický název: Mastné kyseliny, tall-oil, reakční produkt vyšších karboxylových kyselin s diethanolaminem

Skupenství: kapalné

Barva: hnědá

Zápach: aminový

pH: 11 (20°C)

Bod tání: >-20 °C

Bod varu: > 300 °C [7][10]

## 4. Popis asfaltových pojiv

### 4.1 Asfaltové pojiva obecně

Asfaltová pojiva, užívaná v silničním stavitelství, jsou označována také jako silniční živice, z anglického jazyka se k nám dostává pojem bitumeny. Obecně se těmito pojmy rozumí asfalty přírodní, nebo asfalty ropné. V minulosti se při stavbě vozovek využívalo i tzv. pyrogenetické živice neboli dehet. Ty se ale v současné době nepoužívají z důvodu negativního vlivu na zdraví (karcinogenní) a životní prostředí. [2]

### 4.2 Složení asfaltů

Asfalty jsou považovány za koloidní systém, kde v uzavřené olejové fázi jsou volně rozptýlené pevné fáze, tzv. asfaltény. Ty jsou dále obklopené pryskyřicemi, tvořící shluky molekul tzv. micely. Dále se může vyskytovat v olejové fázi parafín. Struktura micel a také forma parafínu není stálá, ale je významně ovlivněna teplotou, což se podepisuje i na vlastnostech celého asfaltu.

Z chemického hlediska je asfalt směs vysokomolekulárních uhlovodíků, které obsahují mimo uhlovodíkových skupin i sloučeniny kyslíku, dusíku, síry a některých kovů. Při provádění analýzy asfaltů se vychází z kvantitativního zastoupení jednotlivých uhlovodíkových skupin:

- *Asfaltény* – tvoří základní složku asfaltů. Jsou nerozpustné v alkoholu, ale rozpustné v sirouhlíku a benzenu. Mají hlavní vliv na tepelnou stálost a viskozitu. Jsou považovány za nositele tvrdosti asfaltu.
- *Maltény* - látky olejovité, polotekuté a polotuhé vazké látky, které se odpařují při teplotě nad 180 °C. Změkčují asfalt. Jsou tmavožluté až skořicové barvy, rozpustné v nízkomolekulárních parafinických rozpouštědlech. Vytváří prostředí, v němž jsou rozptýleny asfaltény a propůjčují asfaltu plastické a lepidlové vlastnosti.
- *Asfaltové a olejové pryskyřice* – jsou rozpustitelné ve většině organických rozpouštědel. Jedná se o látky tuhé načervenalé a tmavohnědé barvy. Ovlivňují plastické i pružné vlastnosti asfaltů, jeho lepidlovost a pojivové vlastnosti.



- *Asfaltogenní kyseliny* - rozpustné ve všech druzích organických rozpouštědel. Tyto látky jsou chemicky nestabilní, viskozní, horkem snadno přecházejí v pryskyřici. Běžně mívají tmavohnědou barvu a podmiňují přilnavost asfaltu ke kamenivu.
- *Parafíny* – tuhé, vysokomolekulární uhlovodíky rozpustné v chloroformu, etyléteru, sirouhlíku a v minerálních olejích. Jsou stále vůči účinkům chemických činidel, kyselin i zásad. Bod tuhnutí se pohybuje v intervalu 28 -72 °C. [2]

### 4.3 Rozdělení asfaltů

Základní rozdělení asfaltů je na asfalty přírodní a ropné.

**Přírodní asfalty** se získávají přímým těžením. Přírodní asfalt, tzv. „asfaltit“, obsahuje zpravidla malé množství minerálních příměsí. Pokud obsahuje asfalt vysoký podíl minerálních látek, tak se jedná o asfaltovou horninu. Asfalt je zde přítomen ve formě velkých čoček v píscích a štěrcích, nebo tvoří jednotlivé vrstvy v kombinaci se střídavě uloženými vrstvami jílovité hlíny a písků prosycených těžkou asfaltickou ropou.

**Ropné silniční asfalty** se získávají rafinací surové ropy. Nejrozšířenější způsob výroby asfaltu je frakční destilace v kolonách, při které musí být přítomna vakuová destilační kolona jako závěrečný proces k získání asfaltu. [2]

### 4.4 Druhy úprav ropných asfaltů

Pomocí oxidace se vyrábí, z destilačních zbytků a vhodných vakuových frakcí, tzv. **oxidové (foukané a polofoukané) asfalty**. Během procesu se materiál profukuje vzduchem při teplotě cca 250 °C. Změna chemického složení způsobuje i změnu fyzikálních vlastností. Vzniklý asfalt je méně citlivý na teplotní změny. Oproti běžným asfaltům se zvyšuje hodnota bodu měknutí na 80 až 100 °C. Hlavní uplatnění těchto asfaltů je ve výrobě izolačních materiálů, částečně též v silničním stavitelství a ve výrobě nátěrových hmot. Obdobně jako polofoukané asfalty se vyrábějí i oxidované asfalty. Oxidace se ale provádí při vyšší teplotě a delší dobu. Takže se získají tvrdší asfalty s vyšším bodem měknutí (až 120°C). [2]

Rostoucí požadavky na kvalitu asfaltových směsí, plynoucí z rostoucího zatížení silničních sítí, vedou k přípravě směsí se zvýšenou odolností proti trvalým deformacím. Jednou z možností, jak vyhovět náročnějším požadavkům na směs, je zkvalitnění asfaltového pojiva neboli jeho modifikace.

**Modifikované asfalty** mají dnes významné postavení mezi asfaltovými pojivy. Vznikají přidáním modifikačních přísad k základnímu asfaltu, čímž je dosaženo výrazného zlepšení reologických vlastností (jako např. teplotní citlivost a křehkost v oblasti nízkých teplot, vyšší bod měknutí, širší plastický obor, kvalitnější přilnavost ke kamenivu, soudržnost, lepší odolnost proti trvalým deformacím a pomalejší stárnutí asfaltů).

Nejčastěji se používají **modifikace polymery**. Ty je možno rozdělit dle prostorového uspořádání na jednorozměrné a trojrozměrné. Mezi **jednorozměrné** polymery se řadí především elastomery a plastomery. Vlastnosti asfaltu lze upravit také přidáním polyetylenu, drcené odpadní pryže, nebo různými typy přírodních a umělých vosků.

Tabulka 1: Vliv modifikačních přísad na vlastnosti oxidovaného asfaltu [2]

Vlastnost	Oxidovaný asfalt	Modifikovaný asfalt APP	Modifikovaný asfalt SBS
Bod měknutí KK [°C]	cca 95	cca 135	cca 120
Bod lámavosti [°C]	0	-5 až -15	až -35
Pružnost	žádná	malá	vysoká
Průtažnost [%]	2 - 5	cca 20	>100

## 4.5 Označení a využití silničních asfaltových směsí

Dle ČSN EN 12591 se používá číselné označení dolní a horní přípustné meze penetrace v desetinách milimetru při 25 °C (Např. 20/30, 30/45, 50/70, ..250/330 atd.). Pro výrobu asfaltových směsí za horka obalovaných se nejčastěji používají silniční asfalty gradace 30/45, 35/50, 40/60, 50/70, 70/100, eventuelně 100/150. Platí, že pro obrusné vrstvy se užívají asfalty gradace 50/70 a 70/100 (100/150), do podkladních a ložných vrstev se aplikují tvrdší asfalty (30/45 až 50/70). Svůj vliv má také třída dopravního zatížení, kde na komunikace s vyššími třídami zatížení se užívá asfaltů nižší penetrace a naopak.

**Polymerem modifikované asfalty** se značí zkratkou **PmB** (Polymer modified Bitumen) následuje horní a dolní mez přípustné hodnoty penetrace pro tento druh v desetinách milimetru a dále za pomlčkou ještě následuje střední hodnota bodu měknutí. Například označení PmB 45/80–55 značí polymerem modifikovaný asfalt gradace (penetrace) v rozmezí 45-80 desetin milimetru a střední hodnotou bodu měknutí 55 °C.

Asfaltové pojiva použité ve vzorcích pro účely mé bakalářské práce jsou dle ČSN EN 13108-1 tabulka NA-E.3 – Doporučené druhy asfaltových poživ podle třídy dopravního zatížení a použitých směsí včetně přípustných tloušťek vrstev (viz tabulka č. 2) doporučeny pro využití takřka ve všech vrstvách všech tříd dopravního zatížení. Můžu tedy říct, že jsou to jedny z nejvyužívanějších poživ pro silniční stavitelství. [5]

**Tabulka 2: ČSN EN 13108-1 tabulka NA-E.3 – Doporučené druhy asfaltových poživ<sup>1)</sup> podle třídy dopravního zatížení a použitých směsí včetně přípustných tloušťek vrstev [4]**

Označení směsi	Tloušťky vrstev	Třída dopravního zatížení							
		S	I	II	III	IV	V	VI	CH
Obrusné vrstvy <sup>3)</sup>									
ACO 8	25-50					70/100, 50/70 (100/150, PmB 45/80-50, -55, -60)			
ACO 8 CH	25-40								70/100, 100/150
ACO 11S	35-50	PmB 25/55-55, -60, -65, 45/80-50, -55, -60; speciální modifikovaný asfalt <sup>4)</sup> ; 50/70							
ACO 11+				50/70; PMB 25/55-55, -60, -65, 45/80-50, -55, -60; 60/105-45; speciální modifikovaný asfalt <sup>4)</sup>					
ACO 11						70/100, 50/70 (100/150)			
ACO 16S	45-60	PMB 25/55-55, -60, -65, 45/80-50, -55, -60; speciální modifikovaný asfalt <sup>4)</sup> ; 50/70							
ACO 16+				50/70; PMB 25/55-55, -60, -65, 45/80-50, -55, -60, 60/105-45; speciální modifikovaný asfalt <sup>4)</sup>					
ACO 16						70/100, 50/70, (100/150)			
Ložní vrstvy <sup>5)</sup>									
ACL 16S	50-70	PMB 25/55-55, -60, -65, 10/40-65; speciální modifikovaný asfalt <sup>4)</sup> ; 30/45, 35/50, 50/70							
ACL 16+				40/60, 50/70, 30/45, 35/50; PMB 25/55-55, -60, -65, 45/80-50, -55, -60					
ACL 16						70/100, 50/70, (100/150)			
ACL 22S	60-90	PMB 25/55-55, -60, -65, 10/40-65; speciální modifikovaný asfalt <sup>4)</sup> ; 30/45, 35/50, 50/70							
ACL 22+				40/60, 50/70, 30/45, 35/50; PMB 25/55-55, -60, -65, 45/80-50, 55, -60					
ACL 22						70/100, 50/70			
Podkladní vrstvy									
ACP 16S	50-80	40/60, 50/70, 30/45, 35/50; (PMB 10/40-65, 25/55-55,-60,-65, 45/80-60)							
ACP 16+				40/60, 50/70, 30/45, 35/50, 70/100					
ACP 22S	60-100	40/60, 50/70, 30/45, 35/50; (PMB 10/40-65, 25/55-55, -60, -65, 45/80-60)							
ACP 22+				40/60, 50/70, 30/45, 35/50, 70/100					
<sup>1)</sup> K dosažení technických požadavků asfaltových směsí lze použít u uvedených asfaltů podle ČSN EN 12591 jejich kombinace s přírodními asfalty, vosky, pigmentovými složkami a polymerními nebo dalšími chemickými přísadami.									
<sup>2)</sup> V případě pravých jízdních pruhů ve stoupání nebo jiných úseků zatížených těžkými nákladními vozidly, kde rychlost klesne pod 50 km/h, se dopravní zatížení uvažuje podle předpisu – viz poznámka*).									
<sup>3)</sup> Použití nemodifikovaných asfaltových poživ s penetrací menší než 50 p.j. a modifikovaných poživ s penetrací menší než 45 p.j. se nedoporučuje v nadmořské výšce vyšší než 450 m.n.m. s ohledem na možné nebezpečí vzniku mrazových trhlin.									
<sup>4)</sup> Speciální modifikovaný asfalt představuje silniční asfalt podle ČSN EN 12591 modifikovaný přísadami podle článku 4.1 této normy, které nejsou předmětem ČSN EN 14023 a jejichž vlastnost byla prokázána výzkumem nebo praxí.									
<sup>5)</sup> Jako vyrovnávací vrstvu pod nově pokládanou ložní nebo obrusnou vrstvu lze použít uvedené směsi ložních vrstev s D ≤ 22 příslušné kvality, též ACO 8, ACO 11S, ACO 11+, ACO 11 deklarované jako obrusné vrstvy, avšak s ohledem na tuhost se doporučuje upravit mezerovitost směsi tak, aby odpovídala požadavkům na ložní vrstvu. Vyrovnávací vrstvy jsou pokládány v minimální tloušťce 2D s druhem pojiva odpovídajícího umístění v konstrukci vozovky a TDZ. Pro tyto vrstvy neplatí požadavky na obsah pojiva uvedené v tabulce NA-E.5.1. V případě použití vyrovnávací vrstvy pod litý asfalt (MA), může být maximální mezerovitost až V <sub>max</sub> = 7 % obj. (8,5 % pro kontrolní zkoušky).									

## 5. Průběh zkoušky dle ČSN 73 6161

### 5.1 Příprava

Před samotným začátkem zkoušení jsem provedl smíchání dvou dostupných frakcí 8/11 a 11/16 z lomu Bystřec v poměru 1:1, tím vzniklo kamenivo fr. 8/16, na kterém byly provedeny zkoušky. Jako další jsem použil kamenivo z lomu Skuteč – Litická fr. 8/11 (z důvodu dostupnosti pouze této frakce). Obě kameniva jsem ve vibrační prosévačce kameniva zbavil veškeré zbylé frakce 0/8 tzv. podsítného a zrn větších než 16mm resp. 11mm tzv. nadsítného (viz obrázek č. 2).



Obrázek 2: Vibrační prosévačka kameniva

Takto proseté kamenivo jsem pod tekoucí vodou důkladně propláchnul přes síto 0,063 mm za účelem vyplavení jemných částic, které jsou pro obalování kameniva v asfaltu nežádoucí. V tuto chvíli byla obě kameniva připravena pro poslední úpravu a tou bylo jejich vysušení v elektrické odvětratelné sušárně při 110°C. Sušení probíhalo cca 24 h. Při tomto procesu bylo kamenivo zbaveno veškeré vlhkosti.

Dalším krokem po vysušení bylo navážení vzorků do porcelánových misek. Každý vzorek představoval  $(300 \pm 3)$  g kameniva a byl označen číslem pro další manipulaci (viz obrázek č. 3).





Obrázek 3: Vzorčky kameniva v porcelánových miskách s označením

Takto jsem připravil celkem 10 vzorků kameniva (pět vzorků s kamenivem 8/16 Bystřec a pět vzorků s kamenivem 8/11 Skuteč – Litice). Z 10 vzorků kameniva vyplývá také 10 variant, které byly vytvořeny podle tabulky č. 1. Tyto varianty kombinují 2 druhy kameniva s asfaltem a adhezivními přísadami. V této tabulce jsou také vypsány jednotlivé navážky vzorků.

**Tabulka 3: 10 variant vzorků s navážkami**

asfalt+přísada kamenivo	50/70	50/70 + 0,3% Addibit	50/70 + 0,3% Wetfix	50/70 + 0,3% AD2	PmB 45/80-55
Bystřec 8/16	301,2 g (vzorek č.6)	300,9 g (vzorek č.4)	300,4 g (vzorek č.5)	300,6 g (vzorek č.8)	300,0 g (vzorek č.9)
Skuteč – Litická 8/11	299,8 g (vzorek č.1)	300,6 g (vzorek č.2)	300,2 g (vzorek č.3)	300,1 g (vzorek č.7)	300,2 g (vzorek č.10)

Vedle 6 vzorků se zkoumanými přísadami jsem také zařadil 2 kontrolní vzorky pouze s asfaltem 50/70 bez adhezivních přísad za účelem následného porovnání přilnavosti. Jako další 2 vzorky pro porovnání byly vzorky kameniva s modifikovaným asfaltem PmB 45/80-55 o kterém je známo, že má lepší přilnavost než samotný asfalt 50/70 bez přísad a zároveň není potřeba zlepšovat jeho přilnavost aditivu.

## 5.2 Obalování jednotlivých vzorků kameniva v asfaltu

Připravené vzorky kameniva v porcelánových miskách byly společně s porcelánovými špachtlemi a asfaltem v kovové vyhřívací nádobce vloženy do vyhřáté sušárny. Teplota v sušárně byla podle ČSN 73 6161 tab. 1 (viz tabulka č. 2) nastavena na  $170 \pm 5$  °C pro asfalt 50/70 a  $180 \pm 5$  °C pro modifikovaný asfalt PmB 45/80-55. Doba ohřívání materiálů byla přibližně 30 minut.



Tabulka 4: ČSN 73 6161 tabulka 1 - pracovní teploty [3]

Druh asfaltového pojiva	Hmotnost asfaltového pojiva v g	Teplota ve °C <sup>***)</sup>		
		Asfaltového pojiva	Kameniva	Obnažovací vody
Asfalt penetrace 151 až 210	12 ±0,3	140 ±5	130 ±5	60 ±3
Asfalt penetrace 101 až 150	12 ±0,3	150 ±5	140 ±5	60 ±3
Asfalt penetrace 71 až 100	12 ±0,3	160 ±5	150 ±5	60 ±3
Asfalt penetrace 51 až 70	12 ±0,3	170 ±5	160 ±5	60 ±3
Asfalt penetrace 31 až 50	12 ±0,3	180 ±5	170 ±5	60 ±3
Asfalt penetrace 15 až 30	12 ±0,3	190 ±5	180 ±5	60 ±3
Ředěný asfalt s dobou výtoku C/5/60 do 170 s	12 ±0,3	110 ±5	110 ±5	40 ±2
Ředěný asfalt s dobou výtoku C/5/25 do 70 s	12 ±0,3	50 ±3	50 ±3	40 ±2
Anionaktivní asfaltová emulze	Pozn. <sup>*)</sup>	Pozn. <sup>**)</sup>	Pozn. <sup>**)</sup>	60 ±3
Kationaktivní asfaltová emulze	Pozn. <sup>*)</sup>	Pozn. <sup>**)</sup>	Pozn. <sup>**)</sup>	60 ±3
<sup>*)</sup> Navažuje se podle obsahu asfaltového pojiva v emulzi tak, aby hmotnost zbytkového asfaltu byla 18 g. <sup>**)</sup> Temperace se provádí stáním na vzduchu, na stinném místě, při laboratorní teplotě. Asfaltové emulze s obsahem pojiva nad 65% hmotnosti je možno kvůli lepší zpracovatelnosti zahřát na 40 °C. <sup>***)</sup> U modifikovaných pojiv uvádí pracovní teploty asfaltu i kameniva jejich výrobce.				

Do porcelánové misky s vytemperovaným kamenivem jsem podle ČSN 73 6161 tab. 1 co nejrychleji navážil 12 ±0,3 g asfaltového pojiva a přidal 0,3 %<sup>1</sup> příslušné adhezivní přísady (kromě vzorků č. 1, 6, 9, 10). Ihned poté jsem vše co nejintenzivněji promíchal ohrátkou špachtlí až do lepidivé konzistence tak, aby byla všechna zrna úplně obalena. Mísení u vzorků č. 1-8 s asfaltem 50/70 trvalo přibližně 4 minuty. U modifikovaného asfaltu byl čas o něco kratší a mísení trvalo jen asi 2 a půl minuty. V okamžiku kdy se asfaltové pojivo začalo lepit, ihned jsem obalené kamenivo přemístil na dno skleněné misky a rovnoměrně rozložil špachtlí. Takto připravené vzorky kameniva se nechaly nezakryté 24 hodin při laboratorní teplotě (viz obrázek č. 4).

<sup>1</sup> z hmotnosti asfaltového pojiva



**Obrázek 4: Vzorky obaleného kameniva ve skleněných miskách**

### 5.3 Vyhodnocení přilnavosti

Před samotným vyhodnocením jsem na obalené kamenivo opatrně nalil destilovanou vodu ohřátou na teplotu tzv. obnažovací vody podle ČSN 73 6161 tabulka 1 tj.  $60 \pm 3$  °C do výšky nejméně 10 mm nad kamenivo. Ihned poté jsem vzorek po dobu šedesáti minut ponechal ve vodní lázni (viz obrázek č. 5) o teplotě vody podle ČSN 73 6161 tabulka 1 taktéž  $60 \pm 3$  °C.




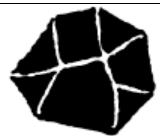





Obrázek 5: Lázeň pro vzorky kameniva obalené asfaltovým pojivem

Po uplynutí předepsané doby se vzorky nechaly ponořené ve vodě a za pomoci lupy a světelné lampy jsem provedl vizuální posouzení. Přilnavost asfaltu se hodnotí procentem obalené plochy kameniva na konci zkoušky.

Vyhodnocení bylo provedeno podle ČSN 73 6161 tabulka 2 (viz vzorová tabulka č. 2)



Tabulka 5: Vzorová tabulka pro vyhodnocení přilnavosti [3]

Obalená plocha v %	Asfaltem obalené zrno kameniva	Charakteristika asfaltového spojení filmu se zrnem kameniva	Poznámka
100		A	Celé zrno obaleno, hrany a rohy mohou být slabě potaženy průsvitným filmem
90		B	Zrno obaleno slabě, na zbylé ploše mohou být drobně obnažená místa (hrany, rohy, drobné plošky)
80		C	Obnažené hrany a rohy, zbylá plocha zrna obalena
70		D	Obnažené hrany a rohy, na ostatní ploše se ojediněle vyskytují malá neobalená místa
50		E	Obnažené hrany a rohy, na ostatní ploše se vyskytují neobalená místa, obalená plocha převládá
40		F	Neobalená plocha převládá, obalená plocha je tvořena ještě jednotlivými souvislými plochami
20		G	Nesouvislý obalený povrch tvořený jednotlivými kapkami asfaltu

Výsledky hodnocení jednotlivých vzorků dle ČSN 73 6161 jsou uvedeny v tabulkách č. 3-12.

**Záznam o stanovení přilnavosti asfaltových pojiv ke kamenivu dle ČSN 73 6161**  
**(originál viz příloha)**

Asfalt: **50/70**

Specifikace: **bez přísad**

Kamenivo: **8/11 Skuteč – Litická**

Odběr dne: **17. 1. 2017**







Hmotnost navážky kameniva – g: **299,8**

Vzorek č.: **1**

Hmotnost navážky asfaltu – g: **12**

Místo odběru: **Skládka lomu**

**Tabulka 6: Vyhodnocení přilnavosti na vzorku č. 1**

8/11 Litická + 50/70		
Obalená plocha v %	Asfaltem obalené zrno kameniva	% zastoupení ve vzorku
100		0
90		30
80		20
70		40
50		10
40		0
20		0

**Záznam o stanovení přilnavosti asfaltových pojiv ke kamenivu dle ČSN 73 6161**  
(originál viz příloha)

Asfalt: **50/70**

Specifikace: **0,3% Addibit**

Kamenivo: **8/11 Skuteč – Litická**

Odběr dne: **17. 1. 2017**







Hmotnost navážky kameniva – g: **300,6**

Vzorek č.: **2**

Hmotnost navážky asfaltu – g: **12**

Místo odběru: **Skládka lomu**

**Tabulka 7: Vyhodnocení přilnavosti na vzorku č. 2**

8/11 Litická + 50/70 + 0,3% Addibit		
Obalená plocha v %	Asfaltem obalené zrno kameniva	% zastoupení ve vzorku
100		70
90		25
80		5
70		0
50		0
40		0
20		0

**Záznam o stanovení přilnavosti asfaltových pojiv ke kamenivu dle ČSN 73 6161**  
**(originál viz příloha)**

Asfalt: **50/70**

Specifikace: **0,3% Wetfix**

Kamenivo: **8/11 Skuteč – Litická**

Odběr dne: **17. 1. 2017**








Hmotnost navážky kameniva – g: **300,2**

Vzorek č.: **3**

Hmotnost navážky asfaltu – g: **12**

Místo odběru: **Skládka lomu**

**Tabulka 8: Vyhodnocení přilnavosti na vzorku č. 3**

8/11 Litická + 50/70 + 0,3% Wetfix		
Obalená plocha v %	Asfaltem obalené zrno kameniva	% zastoupení ve vzorku
100		35
90		65
80		0
70		0
50		0
40		0
20		0

**Záznam o stanovení přilnavosti asfaltových pojiv ke kamenivu dle ČSN 73 6161**  
**(originál viz příloha)**

Asfalt: **50/70**

Specifikace: **0,3% Addibit**

Kamenivo: **8/16 Bystřec**

Odběr dne: **17. 1. 2017**








Hmotnost navážky kameniva – g: **300,9**

Vzorek č.: **4**

Hmotnost navážky asfaltu – g: **12**

Místo odběru: **Skládka lomu**

**Tabulka 9: Vyhodnocení přilnavosti na vzorku č. 4**

8/16 Bystřec + 50/70 + 0,3% Addibit		
Obalená plocha v %	Asfaltem obalené zrno kameniva	% zastoupení ve vzorku
100		55
90		40
80		5
70		0
50		0
40		0
20		0



**Záznam o stanovení přilnavosti asfaltových pojiv ke kamenivu dle ČSN 73 6161**  
**(originál viz příloha)**

Asfalt: **50/70**

Specifikace: **0,3% Wetfix**

Kamenivo: **8/16 Bystřec**

Odběr dne: **17. 1. 2017**





Hmotnost navážky kameniva – g: **300,4**

Vzorek č.: **5**

Hmotnost navážky asfaltu – g: **12**

Místo odběru: **Skládka lomu**

**Tabulka 10: Vyhodnocení přilnavosti na vzorku č. 5**

8/16 Bystřec + 50/70 + 0,3% Wetfix		
Obalená plocha v %	Asfaltem obalené zrno kameniva	% zastoupení ve vzorku
100		5
90		70
80		25
70		0
50		0
40		0
20		0

**Záznam o stanovení přilnavosti asfaltových pojiv ke kamenivu dle ČSN 73 6161**  
(originál viz příloha)

Asfalt: **50/70**

Specifikace: **bez přísad**

Kamenivo: **8/16 Bystřec**

Odběr dne: **17. 1. 2017**








Hmotnost navážky kameniva – g: **301,2**

Vzorek č.: **6**

Hmotnost navážky asfaltu – g: **12**

Místo odběru: **Skládka lomu**

**Tabulka 11: Vyhodnocení přilnavosti na vzorku č. 6**

8/16 Bystřec + 50/70		
Obalená plocha v %	Asfaltem obalené zrno kameniva	% zastoupení ve vzorku
100		0
90		0
80		40
70		55
50		5
40		0
20		0

**Záznam o stanovení přilnavosti asfaltových pojiv ke kamenivu dle ČSN 73 6161**  
**(originál viz příloha)**

Asfalt: **50/70**

Specifikace: **0,3% AD2**

Kamenivo: **8/11 Skuteč – Litická**

Odběr dne: **17. 1. 2017**








Hmotnost navážky kameniva – g: **300,1**

Vzorek č.: **7**

Hmotnost navážky asfaltu – g: **12**

Místo odběru: **Skládka lomu**

**Tabulka 12: Vyhodnocení přilnavosti na vzorku č. 7**

8/11 Litická + 50/70 + 0,3% AD2		
Obalená plocha v %	Asfaltem obalené zrno kameniva	% zastoupení ve vzorku
100		70
90		30
80		0
70		0
50		0
40		0
20		0

**Záznam o stanovení přilnavosti asfaltových pojiv ke kamenivu dle ČSN 73 6161**  
**(originál viz příloha)**

Asfalt: **50/70**

Specifikace: **0,3% AD2**

Kamenivo: **8/16 Bystřec**

Odběr dne: **17. 1. 2017**



Hmotnost navážky kameniva – g: **300,6**

Vzorek č.: **8**

Hmotnost navážky asfaltu – g: **12**

Místo odběru: **Skládka lomu**

**Tabulka 13: Vyhodnocení přilnavosti na vzorku č. 8**

8/16 Bystřec + 50/70 + 0,3% AD2		
Obalená plocha v %	Asfaltem obalené zrno kameniva	% zastoupení ve vzorku
100		5
90		90
80		5
70		0
50		0
40		0
20		0

**Záznam o stanovení přilnavosti asfaltových pojiv ke kamenivu dle ČSN 73 6161**  
(originál viz příloha)

Asfalt: **PmB 45/80-55**

Specifikace: **bez přísad**

Kamenivo: **8/16 Bystřec**

Odběr dne: **17. 1. 2017**






Hmotnost navážky kameniva – g: **300,0**

Vzorek č.: **9**

Hmotnost navážky asfaltu – g: **12**

Místo odběru: **Skládka lomu**

**Tabulka 14: Vyhodnocení přilnavosti na vzorku č. 9**

8/16 Bystřec + PmB 45/80-55		
Obalená plocha v %	Asfaltem obalené zrno kameniva	% zastoupení ve vzorku
100		25
90		60
80		10
70		5
50		0
40		0
20		0

**Záznam o stanovení přilnavosti asfaltových pojiv ke kamenivu dle ČSN 73 6161**  
(originál viz příloha)

Asfalt: **PmB 45/80-55**

Specifikace: **bez přísad**

Kamenivo: **8/11 Skuteč – Litická**

Odběr dne: **17. 1. 2017**








Hmotnost navážky kameniva – g: **300,2**

Vzorek č.: **10**

Hmotnost navážky asfaltu – g: **12**

Místo odběru: **Skládka lomu**

**Tabulka 15: Vyhodnocení přilnavosti na vzorku č. 10**

8/11 Litická + PmB 45/80-55		
Obalená plocha v %	Asfaltem obalené zrno kameniva	% zastoupení ve vzorku
100		0
90		10
80		65
70		25
50		0
40		0
20		0

## 6. Vyhodnocení výsledků

Přilnavost asfaltu ke kamenivu je podle ČSN 73 6161 hodnocena jako:

- a) Výborná, má-li více než 75% zrn zkušebního vzorku charakteristiku spojení asfaltového filmu s kamenivem A; u zbývajících zrn nesmí být charakteristika nižší než B (procento obalené plochy větší než přibližně 97);
- b) Dobrá, má-li více než 75% zrn zkušebního vzorku charakteristiku spojení asfaltového filmu s kamenivem B (nebo lepší); u zbývajících zrn nesmí charakteristika klesnout pod C (procento obalené plochy větší než přibližně 90);
- c) Vyhovující, má-li více než 75% zrn zkušebního vzorku charakteristiku C (nebo lepší); u zbývajících zrn nesmí charakteristika klesnout pod D (procento obalené plochy větší než přibližně 80);
- d) Nevyhovující, má-li méně než 75% zrn charakteristiku C. [3]

U všech vzorků bylo provedeno toto hodnocení a jejich výsledky jsou patrné z tabulky č.13.

Tabulka 16: Hodnocení přilnavosti asfaltu ke kamenivu

Vzorek č.	Kamenivo	Asfalt + přísada	Hodnocení přilnavosti	Poznámka
1	Litická	50/70 bez přísad	Nevyhovující	
2	Litická	50/70 + Addibit	Dobrá	
3	Litická	50/70 + Wetfix	Dobrá	
4	Bystřec	50/70 + Addibit	Dobrá	
5	Bystřec	50/70 + Wetfix	Dobrá	
6	Bystřec	50/70 bez přísad	Nevyhovující	
7	Litická	50/70 + AD2	Dobrá	hodnocení téměř výborné (70% - A; 30% - B)
8	Bystřec	50/70 + AD2	Dobrá	
9	Bystřec	PmB 45/80-55	Vyhovující	
10	Litická	PmB 45/80-55	Vyhovující	

## 6.1 Porovnání výsledků jednotlivých vzorků

Pro porovnání jednotlivých výsledků jsou v tabulce č. 14 všechny vzorky seřazeny podle výsledků od nejlepšího po nejhorší.

Tabulka 17: Souhrn výsledků a jejich pořadí od nejlepšího po nejhorší

Pořadí	Vzorek č.	Kamenivo	Asfalt + přísada	Charakteristika asfaltového spojení filmu se zrnem kameniva						
				A	B	C	D	E	F	G
1	7	Litická	50/70 + AD2	70	30	0	0	0	0	0
2	2	Litická	50/70 + Addibit	70	25	5	0	0	0	0
3	4	Bystřec	50/70 + Addibit	55	40	5	0	0	0	0
4	3	Litická	50/70 + Wetfix	35	60	5	0	0	0	0
5	8	Bystřec	50/70 + AD2	5	90	5	0	0	0	0
6	5	Bystřec	50/70 + Wetfix	5	70	25	0	0	0	0
7	9	Bystřec	PmB 45/80-55	25	60	10	5	0	0	0
8	10	Litická	PmB 45/80-55	0	10	65	25	0	0	0
9	1	Litická	50/70 bez přísad	0	30	20	40	10	0	0
10	6	Bystřec	50/70 bez přísad	0	0	40	55	5	0	0

Z tabulky č. 14 je zřejmé, že až na výjimku v podobě modifikovaného asfaltu PmB 45/80-55 můžeme říct, že u vzorků se stejnou adhezivní přísadou vždy dopadl lépe vzorek s kamenivem z lomu Skuteč – Litická oproti vzorku s kamenivem z lomu Bystřec. Dalším faktem je velké zlepšení přilnavosti s použitím adhezivních přísad oproti kontrolním vzorkům se samotným asfaltem. Zde se přilnavost ke kamenivu zlepšila z nevyhovující na dobrou až téměř výbornou. Na základě výsledků můžeme také potvrdit, že adhezivní přísady, které se dnes ve stavebnictví standardně objevují, spolehlivě zvyšují přilnavost asfaltu ke kamenivu a všechny jsou hodnoceny s dobrou přilnavostí.

Dle ČSN EN 13108-1 tabulka NA-E.4.1 poznámka 1, tabulka NA-E.4.2 poznámka 1 a tabulka NA-E.4.3 poznámka 1 se přilnavost pojiva ke kamenivu stanoví podle ČSN 73 6161 a musí být pro:



- **Obrusné vrstvy:** pro vozovky s TDZ S, I, II dobrá, u ostatních TDZ musí být minimálně vyhovující
- **Ložní vrstvy:** pro vozovky s TDZ S, I, II dobrá, u ostatních TDZ musí být minimálně vyhovující
- **Podkladní vrstvy:** vyhovující [4]

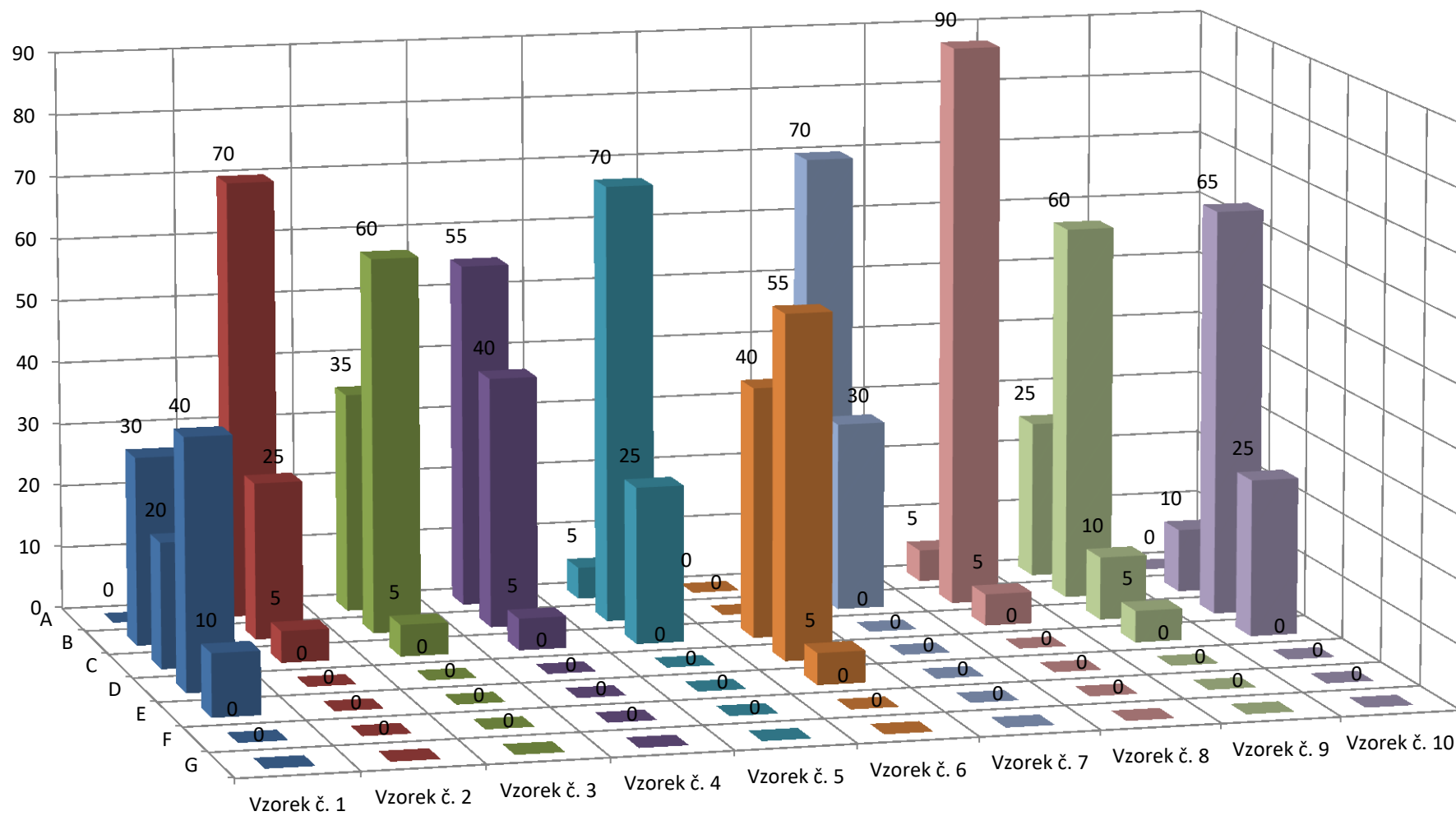
Z těchto podmínek lze stanovit použitelnost asfaltových směsí s různým kamenivem a různými adhezivními přísadami. Vyhodnocení použitelnosti mého souboru vzorků je uvedeno v tabulce č. 18.

**Tabulka 18: Použitelnost do asfaltových hutněných vrstev**

Vzorek č.	Kamenivo	Asfalt + přísada	Hodnocení přilnavosti	Použitelnost pro vozovky s TDZ S, I, II	Použitelnost pro vozovky s ostatními TDZ
1	Litická	50/70 bez přísad	Nevyhovující	NE	NE
2	Litická	50/70 + Addibit	Dobrá	Podkladní, ložní, obrusná	Podkladní, ložní, obrusná
3	Litická	50/70 + Wetfix	Dobrá	Podkladní, ložní, obrusná	Podkladní, ložní, obrusná
4	Bystřec	50/70 + Addibit	Dobrá	Podkladní, ložní, obrusná	Podkladní, ložní, obrusná
5	Bystřec	50/70 + Wetfix	Dobrá	Podkladní, ložní, obrusná	Podkladní, ložní, obrusná
6	Bystřec	50/70 bez přísad	Nevyhovující	NE	NE
7	Litická	50/70 + AD2	Dobrá	Podkladní, ložní, obrusná	Podkladní, ložní, obrusná
8	Bystřec	50/70 + AD2	Dobrá	Podkladní, ložní, obrusná	Podkladní, ložní, obrusná
9	Bystřec	PmB 45/80-55	Vyhovující	Podkladní	Podkladní, ložní, obrusná
10	Litická	PmB 45/80-55	Vyhovující	Podkladní	Podkladní, ložní, obrusná

Pokud bychom uvažovali o použití modifikovaného asfaltu PmB 45/80-55 do obrusných a ložních vrstev vozovek s TDZ S, I, II, bylo by nutné tyto směsi zlepšit adhezivními přísadami pro dostatečnou přilnavost pojiva ke kamenivu. Zároveň se potvrdilo, že kamenivo z lomu Bystřec má velmi špatnou přilnavost bez použití adhezivních přísad.

## Souhrn výsledků



## **6.2 Vyhodnocení výsledků nové adhezivní přísady AD-2**

Z výsledků vyplývá, že adhezivní přísada AD2 má přilnavost hodnocenu jako dobrou a dokonce nejlepší z hodnoceného souboru. I s přihlédnutím k subjektivní stránce vyhodnocování této zkoušky je podle výsledků naprosto srovnatelná s přísadami TEGO Addibit L 300 N a Wetfix BE.

## 7. Závěr

Na základě vyhodnocení výsledků přilnavosti asfaltového pojiva ke kamenivu můžu konstatovat, že výsledky nové adhezivní přísady AD-2 od firmy Environ jsou příznivé. Tato přísada se u kameniva z lomu Skuteč – Litická i z lomu Bystřec dostala na hodnocení přilnavosti dobrá až téměř výborná a je tedy více než srovnatelná s výsledky ostatních adhezivních přísad. Můžu tedy i přes lehce subjektivní povahu zkoušky doporučit její využití v praxi.

Potvrdil se také předpoklad z dřívějších zkušeností laboratoře TPA Ostrava, že kamenivo z lomu Bystřec má nevyhovující přilnavost bez použití přísad, které zajišťují její zlepšení. Výsledkem zkoumání působení adhezivních přísad na tento vzorek kameniva je víceméně doporučení využití jakéhokoliv přípravku pro zlepšení adheze z mnou zkoumaného souboru.

Srovnávací vzorky s modifikovaným asfaltem PmB 45/80-55 byly hodnoceny jako vyhovující, což jim brání v použití do obrusných a ložních vrstev ve vozovkách s TDZ S, I a II. Možnost použití v těchto AHV by mělo zajistit použití přísad pro zlepšení přilnavosti.

V souhrnu můžu stanovit, že při použití přísady AD-2, TEGO Addibit L 300 N nebo Wetfix BE vždy dosáhneme minimálně přilnavosti s hodnocením „dobrá“ a asfaltové směsi s těmito přísadami bude možné dle ČSN EN 13108-1 použít do podkladních, ložních i obrusných vrstev vozovek s TDZ S, I, II, III, IV, V, VI a CH.

## 8. Seznam obrázků

Obrázek 1: Použité adhezivní přísady Addibit, Wetfix a AD-2.....	12
Obrázek 2: Vibrační prosévačka kameniva.....	19
Obrázek 3: Vzorky kameniva v porcelánových miskách s označením .....	21
Obrázek 4: Vzorky obaleného kameniva ve skleněných miskách .....	24
Obrázek 5: Lázeň pro vzorky kameniva obalené asfaltovým pojivem .....	25

## 9. Seznam tabulek

Tabulka 1: Vliv modifikačních přísad na vlastnosti oxidovaného asfaltu .....	16
Tabulka 2: ČSN EN 13108-1 tabulka NA-E.3 – Doporučené druhy asfaltových pojiv <sup>1)</sup> podle třídy dopravního zatížení a použitých směsí včetně přípustných tloušťek vrstev .....	18
Tabulka 3: 10 variant vzorků s navážkami.....	22
Tabulka 4: ČSN 73 6161 tabulka 1 - pracovní teploty.....	23
Tabulka 5: Vzorová tabulka pro vyhodnocení přilnavosti .....	26
Tabulka 6: Vyhodnocení přilnavosti na vzorku č. 1 .....	27
Tabulka 7: Vyhodnocení přilnavosti na vzorku č. 2 .....	28
Tabulka 8: Vyhodnocení přilnavosti na vzorku č. 3 .....	29
Tabulka 9: Vyhodnocení přilnavosti na vzorku č. 4 .....	30
Tabulka 10: Vyhodnocení přilnavosti na vzorku č. 5 .....	31
Tabulka 11: Vyhodnocení přilnavosti na vzorku č. 6 .....	32
Tabulka 12: Vyhodnocení přilnavosti na vzorku č. 7 .....	33
Tabulka 13: Vyhodnocení přilnavosti na vzorku č. 8 .....	34
Tabulka 14: Vyhodnocení přilnavosti na vzorku č. 9 .....	35
Tabulka 15: Vyhodnocení přilnavosti na vzorku č. 10 .....	36
Tabulka 16: Hodnocení přilnavosti asfaltu ke kamenivu .....	37
Tabulka 17: Souhrn výsledků a jejich pořadí od nejlepšího po nejhorší.....	38
Tabulka 18: Použitelnost do asfaltových hutněných vrstev .....	39

## 10. Seznam grafů

Graf 1: Souhrn výsledků .....	39
-------------------------------	----

## 11. Seznam příloh

1. Originál záznamu o stanovení přilnavosti asfaltových pojiv ke kamenivu dle ČSN 73 6161 č. OS/2017/1
2. Originál záznamu o stanovení přilnavosti asfaltových pojiv ke kamenivu dle ČSN 73 6161 č. OS/2017/2
3. Originál záznamu o stanovení přilnavosti asfaltových pojiv ke kamenivu dle ČSN 73 6161 č. OS/2017/3
4. Originál záznamu o stanovení přilnavosti asfaltových pojiv ke kamenivu dle ČSN 73 6161 č. OS/2017/4
5. Originál záznamu o stanovení přilnavosti asfaltových pojiv ke kamenivu dle ČSN 73 6161 č. OS/2017/5
6. Originál záznamu o stanovení přilnavosti asfaltových pojiv ke kamenivu dle ČSN 73 6161 č. OS/2017/6
7. Originál záznamu o stanovení přilnavosti asfaltových pojiv ke kamenivu dle ČSN 73 6161 č. OS/2017/7
8. Originál záznamu o stanovení přilnavosti asfaltových pojiv ke kamenivu dle ČSN 73 6161 č. OS/2017/8
9. Originál záznamu o stanovení přilnavosti asfaltových pojiv ke kamenivu dle ČSN 73 6161 č. OS/2017/9
10. Originál záznamu o stanovení přilnavosti asfaltových pojiv ke kamenivu dle ČSN 73 6161 č. OS/2017/10

## 12. Seznam použité literatury

- [1] CHAMRA, Svatoslav, Jan SCHRÖFEL a Vladimír TYLŠ. *Základy petrografie a regionální geologie ČR*. 1. Praha: ČVUT, 2009. ISBN 978-80-01-03138-4.
- [2] SVOBODA, Luboš et al. *Stavebné materiály*. 1. Bratislava: Jaga, 2005. ISBN 80-8076-014-4.
- [3] ČSN 73 6161 *Stanovení přilnavosti asfaltových pojiv ke kamenivu*. 1. Praha: Český normalizační institut, 2000.
- [4] ČSN EN 13108-1 *Asfaltové směsi - specifikace pro materiály - Část 1: Asfaltový beton*. 1. Praha: Český normalizační institut, 2008.
- [5] ČSN EN 12591 *Asfalty a asfaltová pojiva - Specifikace pro silniční asfalty*. 1. Praha: Český normalizační institut, 2009.
- [6] Technický list adhezivní přísady TEGO Addibit L 300 N
- [7] Technický list adhezivní přísady AD-2
- [8] Bezpečnostní list adhezivní přísady TEGO Addibit L 300 N
- [9] Bezpečnostní list adhezivní přísady Wetfix BE
- [10] Bezpečnostní list adhezivní přísady AD-2